

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 61-033795

(43)Date of publication of application : 17.02.1986

(51)Int.Cl.

B30B 1/42

(21)Application number : 59-153053

(71)Applicant : HITACHI LTD

(22)Date of filing : 25.07.1984

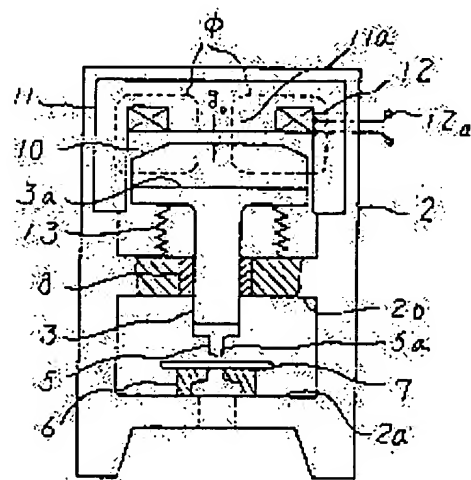
(72)Inventor : WATABE MASATOSHI  
TAKAHASHI NORIYOSHI  
TAKAHASHI MIYOSHI

## (54) ELECTROMAGNETIC PRESS DEVICE

### (57)Abstract:

**PURPOSE:** To provide an electromagnetic press device which makes possible high- speed pressing by controlling a ram driving coil so as to move back and forth the ram periodically, by providing a resonance oscillator between the ram and stationary frame to resonate the ram with the above-mentioned device.

**CONSTITUTION:** An iron core 10 which is a magnetic part is fixed to the top end face of the ram 3 and a stationary iron core 11 which is made into the approximate M shape having the surface to face the top surface of said iron core and is provided with the ram 3 driving coil 12 in the projecting part 11a thereof is fixed to the frame 2. The coil 12 is energized to move back and forth the ram 3 periodically by attraction and repulsion. The resonance oscillator 13 consisting of springs for both compression and tension to support the ram 3 in the vertical direction thereof is provided between the ram 3 and the frame 2. The oscillator 13 is resonantly oscillated with the ram 3 as the mass system for the oscillator 13 to move back and forth the ram 3 by which the ram 3 is resonated together with the oscillator 13 and is moved back and forth at the resonance speed. The speed thereof is thus made extremely high.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

**BEST AVAILABLE COPY**

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

**BEST AVAILABLE COPY**

⑬ 日本国特許庁(JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

昭61-33795

⑭ Int.Cl.<sup>4</sup>

識別記号

庁内整理番号

⑬ 公開 昭和61年(1986)2月17日

B 30 B 1/42

7454-4E

審査請求 未請求 発明の数 1 (全6頁)

⑮ 発明の名称 電磁プレス装置

⑯ 特 願 昭59-153053

⑰ 出 願 昭59(1984)7月25日

⑱ 発 明 者	渡 部	正 敏	日立市幸町3丁目1番1号 株式会社日立製作所日立研究所内
⑱ 発 明 者	高 橋	典 義	日立市幸町3丁目1番1号 株式会社日立製作所日立研究所内
⑱ 発 明 者	高 橋	身 佳	日立市幸町3丁目1番1号 株式会社日立製作所日立研究所内
⑲ 出 願 人	株式会社日立製作所 東京都千代田区神田駿河台4丁目6番地		
⑲ 代 理 人	弁理士 高橋 明夫 外2名		

#### 明 細 書

発明の名称 電磁プレス装置

##### 特許請求の範囲

1. 先端部にプレス型を備え、かつ少なくともその一部に磁性部を有して往復運動が可能に形成されたラムと、該ラムを案内支承する案内軸受と、該案内軸受を支持している固定フレームと、該固定フレームに支持され、かつ前記ラムの磁性部に対向して配置されたラム駆動コイルとを備え、前記ラム駆動コイルに電流を流通させて前記ラムを直線的に動かし、プレス加工を行うようにした電磁プレス装置において、前記ラム駆動コイルを、前記ラムが周期的に吸引・反発により往復動するように制御するとともに、前記移動するラムと固定フレームとの間に共振々動装置を設け、この共振々動装置を、ラムを共振々動装置の質量系として共振々動させ、前記ラムを往復動させるようにしたことを特徴とする電磁プレス装置。

##### 発明の詳細な説明

〔発明の利用分野〕

(1)

本発明は電磁プレス装置の改良に係り、特に薄板の高速パンチング加工に適した電磁プレス装置に関するものである。

##### 〔発明の背景〕

たとえば金属の薄板をパンチングしたり、あるいは絞り加工したりする場合、プレス機械が用いられるが、このプレス機械の一つに電磁プレス装置がある。

この電磁プレス装置は、ラムを電磁力により直線運動させプレス力を得るようにしているので、一般のクランクプレスや油圧プレス等の機械式プレスに比較してその構成は極めてシンプルである利点がある。

しかし反面この電磁プレス装置では、機械式プレスに比べ高速かつ連続的にプレス加工を行うことが技術的に難しい嫌いがある。

この点について、第7図に基つきや具体的に説明する。なお第1図に示す従来例は電磁プレスの基本構成と特徴を良く示しており、また本発明の構成に近いところから例示するものである。こ

(2)

特開昭61-33795(2)

の構成の電磁プレスについては例えば特開昭49-92675等がある。

第7図において、1はソレノイド状に巻回されたラム駆動コイルで固定フレーム2に固定される。3はプレス力を付与すべき可動子いわゆるラムで、その上端面3aには導体板4が固定され、また下端面3bにはプレス金型の上型5が固定されている。固定フレーム2の盤板2a上に下型6が上型5と精密に対向させて固定され、被加工材7がその上に置かれる。またラム3は、固定フレーム2の中間板2bに固定された案内軸受の役目をなすすべり軸受8により、上・下方向すなわちプレス方向に滑動自在に支承されている。

そして、この例のものでは、図示しない特殊なパルスの大電流発生装置により、コイル端子1aを介して駆動コイル1にパルスの大電流を通電し、これにより発生する磁束と、この磁束の鎖交によつて導体板4中に生ずる誘導電流間の電磁的反発力によりラムをプレス方向に加速することによつて被加工材7のプレス加工が行われる。

(3)

おいても第1図に示すような従来構成のもとでは、必要プレス力を磁気吸引力で直接得ようとするとき、鉄心及びコイル寸法が大きくなり過ぎると言う問題がある。また、可動部の鉄心が大きく駆動すべき重量が大きい装置では、可動部の加速に要するエネルギーが大きく、しかも高速で加速する程加速エネルギーが増加するので、高速かつ連続的にプレスを行う用途にはやはり不向きな面があつた。

以上に説明したように、従来の電磁プレス装置は、高速かつ連続的にプレス加工を行うことが非常に難しいと言う欠点を有していた。

〔発明の目的〕

本発明はこれにかんがみなされたものであり、したがつてその目的とするところは、高速かつ連続的なプレス加工を円滑に行い得る電磁プレス装置を提供するにある。

〔発明の概要〕

すなわち本発明はラム駆動コイルをラムが周期的に吸引・反発により往復動するように制御するとともに、この移動するラムと固定フレームとの

(5)

ところが、以上の従来例のものでは、十分なプレス力を得るには、ラム駆動コイル1に短時間ではあるが極めて大きな電流を流す必要があり、これにより発生するコイルのジュール損及び導体板4の誘導電流によるジュール損失が大きく、高速かつ連続的にプレス動作を繰り返す用途に対しては、ラム駆動コイル1及び導体板4の温度上昇の制約からこれら部品の所要寸法が大きくなり過ぎると言う問題があり、またこのものではラムを上方に引き上げる復元力が得られない点でも連続プレス用途には不向きである。このため、改良案として図に点線で示したように、ラムの引上げにバネ9を用いることが考えられている。(例えば特開昭49-56261号公報)しかし、このものでは、プレス方向にはバネの復元力に見合う力に相当するだけ電磁力を増やす必要があり、その装置が大型化し、やはり高速化の目的は達成し得ないものであつた。

また、電磁力の発生装置として直流または交流電磁石を用いることも考えられるが、この場合に

(4)

間に共振々動装置を設け、この共振々動装置を、ラムを共振々動装置の質量系として共振々動させ、前記ラムを往復運動させるようになし所期の目的を達成するようにしたものである。

〔発明の実施例〕

以下図示した実施例に基づいて本発明を詳細に説明する。

まず第1図により、構成について説明する。前述した第7図と同一符号は同一物または相当部を示しており、これらのものについては説明を省略する。この実施例のものでは、可動子であるラム3の上端面3aに磁性部である鉄心10が固定されており、その上面と対向する面を有する略M字型の固定鉄心11を固定フレーム2に固定している。固定鉄心11の突出部11aにはラム駆動コイル12が巻回されており、12aはこのラム駆動コイルの端子である。13はラム3を上下方向に支承する圧縮、引張り両用のバネで共振々動装置である。

以上の構成において、この装置のプレス動作は

(6)

特開昭61-33795(3)

次のように行われる。まずコイル端子12aに電源（図示なし）を接続し、コイル12に交流電流を通ずると、固定子鉄心11と鉄心10にて形成される磁気回路中に交番磁束が生じ、ブランジヤ型交流磁石と同じ原理で鉄心10は上方に磁気吸引力により吸引される。

ところでこの場合鉄心10に作用する電磁力は周知のように、ほぼ一定の力（吸引力） $F_{dc}$ と周期的に変化する（吸引・反発を正弦波的に繰返す）交流力 $F_{ac}$ の合成力であり、下式で表わされる。

$$F_m = F_{dc} + F_{ac} = F_{dc} + F_{acm} \cos \omega t \quad \dots (1)$$

ここに、 $F_m$  : 全電磁力

$F_{acm}$  : 交流力の最大値（片振幅）

$\omega$  : 力の角周波数

$t$  : 時間

そして、力 $F_{dc}$ だけが作用した場合に対し、ラム3、鉄心10、上型5等から成る可動部の全質量に作用する重力とバネ装置の反力が空隙長 $g$ 。なる位置でバランスする様に予め装置を設計しておくことによつて、この $g$ 。位置を中心に交流力

(7)

に電源からエネルギーを補給しきれない場合には、所要速度に達する数サイクル毎にプレス加工を行うようにする。この場合には単位時間当りのプレス回数は減少するが、プレス反力がかなり大きい場合でも連続的にプレスを行うことが出来る利点がある。

ところで、この実施例の装置の運転特性について、モデルシミュレーションを行った結果、交流力 $F_{ac}$ の角周波数 $\omega$ の値によりプレス性能が大幅に変化し最適値のあることが分つた。そこで、これについて第2図～第5図により説明する。

第2図は第1図の実施例の装置に対する振動特性のシミュレーションモデルを示している。すなわちこのプレス装置の振動特性は、可動部（ラム、鉄心、上型など）の全質量を $m$ 、バネ装置のバネ定数を $k$ 、加振力となる交流力を $F_{ac}$ 、可動部全体としての等価粘性減衰係数を $C$ とした1自由度の“バネ-質量系”モデルに置き換えることができる。そして、前記した空隙長 $g$ 。における可動部の任意の一点の位置を変位 $x$ の基準軸 $L$ （ $x=0$ ）

(9)

$F_{ac}$ を加振力として可動部をバネ-質量系として強制振動させるようにしている。このような方法でラム部を加速する場合には、ラムを静止状態から定常振動状態まで円滑に加速することが出来る。そして定常状態になつた時点で被加工材7を下型6の上に送り込むことによつてプレス加工を行う。この際、前記空隙長 $g$ 。なる位置において、上型5のポンチ先端5aがほぼ被加工材位置に来るようにしておけば、この位置におけるラム速度は後述するように最大となつてゐるため、十分なプレス力を得ることが出来るわけである。

以上の説明から分かるように、本装置は、一種の電磁振動を利用した振動型電磁プレスである。そして、一回のプレスで消費されるエネルギーが比較的小さい金属薄板のパンチング加工等に適用する場合には、1回のパンチングによるラムの速度および運動エネルギーの変化が少なく、プレスを行わない定常振動時に比べ振動振幅がわずかに減少するだけで、連続的なプレス加工が可能である。また、速度変動が大きく、次のプレス時まで

(8)

としプレス方向（下向き）を変位 $x$ の正方向とした場合の運動方程式は、

$$m \frac{d^2 x}{dt^2} + C \frac{dx}{dt} + kx = F_{acm} \cos \omega t \quad \dots (2)$$

ここに、

$m \frac{d^2 x}{dt^2}$  : 可動部の慣性力

$C \frac{dx}{dt}$  : 可動部の粘性力

$kx$  : バネ装置の反力

$t$  : 時間

となり、任意の時間 $t$ における変位 $x$ は式(2)を解くことにより、定常振動状態に対しては、

$$x = X_m \cos (\omega t - \varphi) \quad \dots (3)$$

ただし、

$X_m$  : 変位の最大振幅

$\varphi$  :  $x$ の $F_{ac}$ に対する位相角

の形であらわされる。また速度 $v$ は、

$$v = \frac{dx}{dt} = -\omega X_m \sin (\omega t - \varphi + \pi/2) \quad \dots (4)$$

(10)

特開昭61-33795(4)

つぎに、加振力の最大値  $F_{acm}$  が静荷重として質量  $m$  (したがってラム部) に加えた場合の変位を  $X_{st}$  (バネ装置の静止たわみ) とすると、これは明らかに、

$$X_{st} = F_{acm} / k \quad \dots (4)$$

であるから、 $X_{st}$  と強制振動時の最大振幅  $X_m$  の比を振幅倍率  $\mu$  と定義すると、

$$\mu = X_m / X_{st} = k X_m / F_{acm} \quad \dots (5)$$

となり、 $\mu$  は振動時に発生する力 ( $k X_m$ ) の加振力 ( $F_{acm}$ ) に対する倍率でもあることが分る。

つぎに、第3図は上記(3)、(4)式により位相角が  $\varphi$  なる場合の特定の実施例装置についてのシミュレーション結果の一例として、加振力  $F_{ac}$  を基準曲線とした、変位  $x$  及び速度  $v$  に関する定常振動曲線とその位相関係を示している。そこで、プレス性能の点から考えると、速度  $v$  と加振力  $F_{ac}$  が最大で変位  $x$  が正 (+) 方向に向いて増加していることが理想的 (最も大きなプレス力が得られる) であることは明らかであるから、このような観点からこの図を観てみる。すると、例えば速度  $v$  が

(11)

$$\omega_s = \sqrt{\frac{k}{m}} \quad \dots (7)$$

で求められるので、予めこの値が希望するプレス速度 (単位時間当りのプレス回数) になるように装置を設計し、また加振周波数を設定すれば良いことになる。また、このようにすると、第5図に示すように振動倍率  $\mu$  も最大となり、小さな加振力で大きなプレス力が得られ、駆動装置の小型化も同時に達成できる利点もあることが分つた。

第6図は、本発明の他の実施例を示しており、鉄心10と固定鉄心11の上下関係を逆転させ、上部支持体14の上部に、固有振動数調整用の補助荷重15を設けた以外は、第1図の実施例とほぼ同一構成、同一動作を行う。このものには、固有振動数の微調整が可能で、かつ、プレス方向にラム3が移動すると磁気空隙が小さくなり、大きなプレス力が得られる利点がある。

〔発明の効果〕

本発明は以上説明してきたようにラム駆動コイルを、ラムが周期的に吸引・反発により往復動す

(13)

最大で  $x$  方向が  $F$  向きに増加している④点で見れば分るように、この時加振力  $F_{ac}$  は最大となつておらず理想条件ではないことが分る。この関係は位相角  $\varphi$  によつて大幅に変化する。

そこで、位相角を種々かえて理想条件を調べた結果、第4図に示すように、位相角を  $\frac{\pi}{2}$  に選べば良いことが分つた (④点)。そして、このためには、位相角  $\varphi$  と装置パラメータの関係が、

$$\varphi = \tan^{-1} (2\ell r / C1 - r^2) \quad \dots (6)$$

ここに、 $\ell$  : 限界粘性減衰係数  $C_c$  と前記  $C$  の比  
 $r$  :  $F_{ac}$  の角周波数  $\omega$  (または周波数  $f$ )

と可動部の固有角周波数  $\omega_s$  (または固有振動数  $f_s$ )

であることから  $\ell$  が零でないかぎり (実施例装置では略、 $0 < \ell < 0.1$ )、 $r \sim 1.0$  でこの条件が満足され、 $r = \omega / \omega_s$  (または  $f / f_s$ ) であるから、結局、加振角周波数 (または周波数) を可動部分の固有角周波数 (または固有振動数) に略一致させれば良いとの結論が得られた。

なお、固有角振動数  $\omega_s$  は、

(12)

るように制御するとともに、この移動するラムと固定フレームとの間に共振々動装置を設け、この共振々動装置を、ラムを共振々動装置の質量系として共振々動させ、前記ラムを往復運動させるようにしたから、ラムは共振々動装置とともに共振し、この共振の速度でラムが往復運動をするので、その速度は非常に速く、したがって高速にプレス加工を行うことができる。

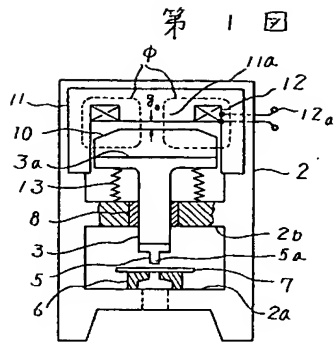
図面の簡単な説明

第1図は本発明の電磁プレス装置を示す一部破断側面図、第2図はその動作原理を説明するための等価線図、第3図及び第4図は角速度に対する加振力・変位・速度の関係を示す特性図、第5図は角周波数比と倍率の関係を示す特性図、第6図は本発明電磁プレス装置の他の実施例を示す一部破断側面図、第7図は従来の電磁プレス装置を示す一部破断側面図である。

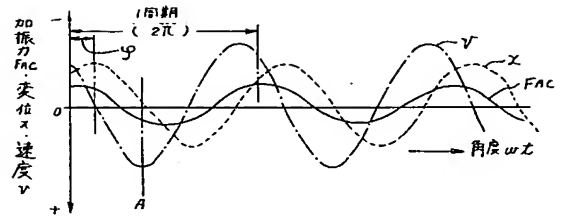
2…固定フレーム、3…ラム、5…プレス型、8…案内軸受、12…ラム駆動コイル、13…共振振動装置。

代理人 弁理士 高橋明夫  
(14)

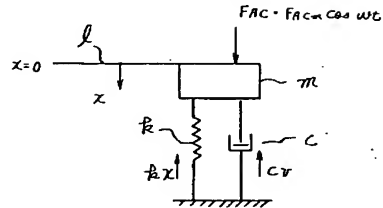
特開昭61-33795(5)



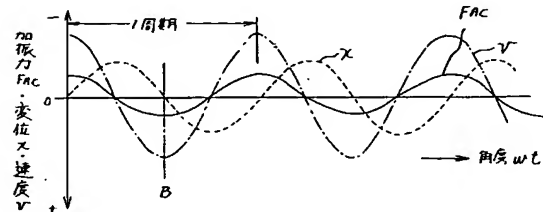
第 3 図



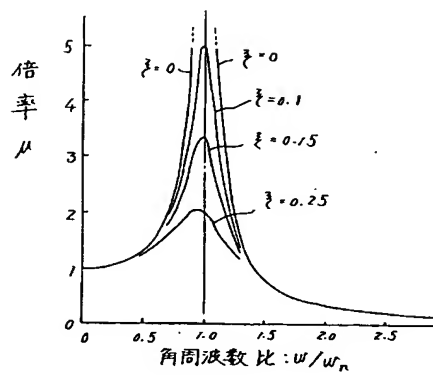
第 2 図



第 4 図



第 5 図



特開昭61-33795(6)

